

02708418

31

KAISERLICHES



PATENTAMT.

PATENTSCHRIFT

— Nr 299873 —

KLASSE 21 a. GRUPPE 66.

AUSGEGEBEN 14. AUGUST 1917.

EGBERT VON LEPEL IN BERLIN-WILMERSDORF.

Verfahren zur Erzeugung schneller elektrischer Schwingungen aus Gleichstrom durch Ladung und Entladung oder Umladung eines Blockkondensators aus einem durch die Gleichstromquelle gespeisten Kondensator mit Hilfe einer rotierenden oder vibrierenden oder künstlich gezündeten Umladevorrichtung.

Patentiert im Deutschen Reiche vom 8. April 1913 ab.

Die Verwendung von Umschaltern zur Erzeugung elektrischer Schwingungen ist seit Jahren bekannt. Meist ist, wie die ersten zwei Figuren andeuten, ein Kondensator 1 angeordnet, der durch die Gleichstromquelle 2 gespeist und über einen Schwingungskreis rhythmisch entladen wird. Hierbei erfolgt die Entladung entweder nach Fig. 1 durch periodische Umladung oder nach Fig. 2 durch periodische Ladung und Entladung des Blockkondensators 3. Der Umschalter wird durch die rotierenden Funkenstrecken 4 gebildet. Die Kopplungsspule 5 überträgt die Hochfrequenzenergie auf den Antennenkreis. In die Speiseleitung sind in bekannter Weise Drosselspulen 7 gelegt, die die Stromquelle vor rückflutender Hochfrequenzenergie schützen. Diese Anordnungen können nur dann gleichmäßig arbeiten, wenn die Kapazität des Kondensators 1 sehr groß ist im Vergleich zur Kapazität des Blockkondensators 3. Theoretisch ergibt sich eine vollkommene Gleichmäßigkeit erst bei unendlich großem Kapazitätsverhältnis, und zwar aus folgendem Grunde.

Durch die Selbstinduktion der Speiseleitung, die durch die Schutzdrosselspulen 7 noch etwas erhöht wird, nimmt die Speisung des Kondensators 1 einen schwingenden Verlauf. So würde z. B. bei der erstmaligen Ladung des anfangs vollkommen entladenen Kondensators 1 die Kondensatorspannung e nach dem

Diagramm Fig. 3 weit über den Wert der Speisespannung E bis zum Punkte 18 aufschwingen, um dann allmählich zum Werte E auszuschwingen. Setzt nun die durch genügende Annäherung der Elektroden bewirkte Umschaltung etwa im Zeitpunkte t_1 ein, so ist die Kondensatorspannung im Augenblick der Zündung, wie aus dem Diagramm Fig. 3 ersichtlich, gleich e_1 ; jedem anderen Zeitpunkt t_2, t_3, t_4 entspricht aber eine andere Spannung e_2, e_3, e_4 . Verfolgt man nun den elektrischen Vorgang weiter, so erkennt man leicht, daß sich bei solchen Verfahren nicht nur ungleiche Zündspannungen, sondern auch ungleichmäßige Funkenfolge, zeitweises Aussetzen der Funken und Partialentladungen ergeben. Macht man aber den Kondensator 1 verhältnismäßig groß im Vergleich zum Blockkondensator, so wird mit jedem Funken nur ein verhältnismäßig kleiner Teil seiner Ladung entnommen, so daß die Schwankungen seiner Spannung e gleichfalls kleiner werden. Der Betrieb wird also um so regelmäßiger, je größer der Kondensator 1 im Verhältnis zum Blockkondensator ist. Dies hat der Versuch scheinbar auch dort gelehrt, wo die klare Erkenntnis der Vorgänge gefehlt hat, denn die Forderung, den Kondensator 1 möglichst groß im Verhältnis zum Blockkondensator zu wählen, findet sich fast in allen Druckschriften über dieses und ähnliche Verfahren.

Natürlich ist die Anordnung von Kondens-

BEST AVAILABLE COPY

satoren, die eine Kapazität weit höherer Größenordnung als der Blockkondensator haben müssen, wirtschaftlich und technisch so schwierig, daß diese Verfahren niemals Eingang in die Praxis gefunden haben. Allerdings kann man Gleichmäßigkeit des Betriebes auch dadurch erreichen, daß man die periodischen Zündungen erst nach vollständigem Ausklingen der Speiseschwingungen einsetzen läßt, so daß dem Kondensator im Augenblick der Umschaltung stets die Speisespannung E zukommt. Da aber bei der auf- und ausschwingenden Ladung eines Kondensators immer die Hälfte der ihm zufließenden Energie verlorengeht, ergibt dieses System einen schlechten Wirkungsgrad.

Durch das im folgenden beschriebene neue Verfahren wird nun trotz Anwendung eines Kondensators, dessen Kapazität nicht oder unwesentlich größer ist als die des Blockkondensators, vollkommene Regelmäßigkeit des Betriebes und ein guter Wirkungsgrad erreicht. Es besteht darin, daß man die Kapazität beider Kondensatoren von gleicher Größenordnung wählt und den Speisekreis derart auf den Rhythmus der Funkenfolge abstimmt, daß die beim Spannungsausgleich beider Kondensatoren frei werdende Hochfrequenzenergie und somit auch die der Stromquelle entzogene Energie dem Quadrat der doppelten Speisespannung entspricht.

Dies wird möglich, wenn man den im Augenblick der Zündung hintereinander geschalteten Kondensatoren eine Gesamtspannung verleiht, die doppelt so groß ist wie die Speisespannung, denn nur dann wird die Leistung dem Quadrat der doppelten Speisespannung entsprechen.

Bei dem alten Verfahren nach Fig. 1 wird diese Forderung allerdings auch erfüllt, aber nur durch Verwendung eines theoretisch unendlich großen Kondensators 1; hierdurch wird nämlich der Blockkondensator mit der vollen Spannung des Kondensators 1, also mit der vollen Speisespannung geladen und bringt diese Spannung zur nächsten Umladung der Spannung des Kondensators 1 gewendet entgegen, so daß sich eine Zündspannung ergibt, die doppelt so groß ist wie die Speisespannung.

Bei dem neuen Verfahren wird diese Forderung erfindungsgemäß bei Anwendung von Kondensatoren gleicher oder ähnlicher Kapazität durch entsprechende Abstimmung des Speisekreises erreicht. Aus Diagramm Fig. 3 läßt sich zunächst ersehen, daß man schon bei der ersten Speiseschwingung eine Zündspannung erhält, die ganz oder angenähert doppelt so groß ist wie die Speisespannung, wenn man die Zündung im Zeitpunkt t_0 , der dem Spannungsscheitelwert entspricht, einleitet oder

umgekehrt die Wellenlänge der Speiseschwingung so wählt, daß diese im Augenblick der Zündung gerade ihren Scheitelwert erreicht hat. Die Wellenlänge λ_0 , die diese Bedingung erfüllt, wird im folgenden »kritische Wellenlänge« genannt. Nach dem oszillatorischen Ausgleich sinkt die Spannung des Kondensators 1 nicht mehr auf Null, sondern nimmt den Wert der Ausgleichsspannung V an, so daß das Diagramm Fig. 3 während des Betriebes in das Diagramm Fig. 4 übergeht. Die Zündspannung ist auch hierbei gleich der Summe der im Augenblick der Zündung am Kondensator 1 herrschenden Höchstspannung und der diese Spannung vom Blockkondensator gewendet entgegengebrachten Ausgleichsspannung V . Bei vollkommen gleicher Kapazität beider Kondensatoren errechnen sich für beide Spannungen die Werte $1\frac{1}{2}E$ und $1\frac{1}{2}E$, so daß deren Summe wieder gleich $2E$, also gleich der doppelten Speisespannung ist.

Zur praktischen Ausführung dieses Grundgedankens wird man nach Fig. 5 in den Speisekreis variable Selbstinduktionen 7 genügender Größe legen und bei gegebener Rotationsgeschwindigkeit der Umladevorrichtung die Selbstinduktion so weit steigern, daß sich die kritische Wellenlänge λ_0 oder aber eine größere $\lambda_0 + \Delta\lambda$ ergibt. Der Speisekreis muß also immer der Tourenzahl der Umschaltvorrichtung entsprechend abgestimmt sein. Diese Abstimmung ist durch Einstellung einer genügend großen Selbstinduktion leicht zu erreichen, da man, wie erwähnt, auf die genaue Abstimmung der kritischen Wellenlänge λ_0 nicht angewiesen ist, sondern erfindungsgemäß auch eine größere Wellenlänge wählen kann. Denn auch in diesem Fall tritt Gleichgewicht ein, nicht aber bei kleineren Wellenlängen. Dies hat den physikalischen Grund, daß sich bei allen kleineren Wellenlängen das Schwingungsmaximum (18) schon vor der Zündung ausbildet, wodurch der weitere Schwingungsverlauf festgelegt ist; bei allen größeren Wellenlängen wird dagegen die Schwingung schon vor dem Maximum, also auf dem zum Punkte 18 aufsteigenden Kurvenast, abgebrochen, so daß im weiteren Verlauf der periodischen Speisung die Kurvenform dem Entladungsrhythmus sich anzupassen vermag.

Eine Abstimmung des Speisekreises wurde bereits von Marconi für seinen Schwingungserzeuger vorgeschlagen und verwendet, jedoch unter ganz anderen Umständen und zu ganz anderem Zweck. Bei der Marconischen Anordnung wird nämlich der im Schwingungskreis liegende Kondensator durch ein rasch rotierendes Kurzschlußrad zeitweise oszillatorisch entladen, wobei das Kurzschlußrad stets auch die Stromquelle kurzschließt, so daß mit jeder Entladung ein sehr rasch

anwachsender Kurzschlußstrom einsetzt. Zur Verhütung einer allzu heftigen Kurzschlußwirkung stimmt nun Marconi den Speisekreis so ab, daß die Speiseströme im Augenblick der Kurzschließung ganz oder angenähert durch den Nullwert schwingen, und läßt außerdem das Kurzschlußrad mit so außerordentlicher Geschwindigkeit rotieren, daß die sich bildenden Kurzschlußlichtbögen möglichst zeitig zerrissen werden. Würde das Kurzschlußrad langsamer rotieren, so würden trotz der Abstimmung starke Kurzschlußströme auftreten. Die Abstimmung bildet demnach nur eine zusätzliche Maßnahme, die Kurzschluß vermeidende Wirkung der außerordentlich raschen Rotation zu verbessern. Bei dem neuen Verfahren liegt dagegen eine Kurzschlußgefahr von vornherein nicht vor, da der Blockkondensator jede Nachzündung, jeden Kurzschluß und jede Partialentladung auch dann vollkommen verhindern würde, wenn etwa das rotierende Umschaltrad plötzlich stillgesetzt würde.

Während also Marconi durch die Abstimmung den Abreißvorgang günstig beeinflussen will, dient nach dem neuen Verfahren die Abstimmung lediglich der Regelung des Zündvorganges.

Die Stellung, die das neue Verfahren gegenüber den bisher bekannt gewordenen einnimmt, wird geklärt, wenn man das Marconische Kurzschlußrad als einen Kondensator mit unendlich großer Kapazität auffaßt. Man ersieht dann, daß, wie eingangs ausgeführt, auf der einen Seite zu dem Blockkondensator normaler Größe ein unendlich großer Speisekondensator gefordert wird, auf der andern Seite durch Marconi dem normalen Speisekondensator ein unendlich großer Blockkondensator, nämlich ein Kurzschlußrad, zugesellt wird. Das neue Verfahren liegt hinsichtlich dieses Kapazitätsverhältnisses in der Mitte, denn hier wird der Speisekondensator und der Blockkondensator grundsätzlich mit Kapazität gleicher Größenordnung ausgestattet. Hierbei ergibt sich als Hauptvorteil auf der einen Seite die Vermeidung unendlich großer Kapazität für den Kondensator 1, auf der andern Seite die Vermeidung von Kurzschlußströmen und Lichtbogenbildung.

Die der Stromquelle entzogene und dem Hochfrequenzkreis zugeführte Energie berechnet sich für das neue Verfahren bei richtiger Kopplung nach der Formel

$$\frac{c (2 E)^2}{2} \cdot n \text{ Watt,}$$

wobei c die resultierende Kapazität beider Kondensatoren in Mikrofara, E die Speisepannung in Kilovolt und n die Zahl der Umladungen pro Sekunde bedeuten.

Da kleine Unregelmäßigkeiten im Rhythmus der Umschaltungen oder der Speiseschwingungen sich nicht immer vermeiden lassen, so kann es nützlich sein, einen kleinen, dem Grade solcher Unregelmäßigkeiten angepaßten Beruhigungswiderstand 6 (Fig. 5) einzufügen; ein solcher Widerstand dämpft die Speiseschwingungen etwas und macht dadurch die Abstimmung gegen Ungenauigkeiten unempfindlicher.

Zur Bewältigung hoher Leistungen mittels rotierender Funkenstrecken ist deren Betrieb in komprimierter Luft vorgeschlagen worden. Versuche haben aber ergeben, daß man den gleichen Zweck durch vorgeschaltete Funkenstrecken 8 (Fig. 5) viel vollkommener und einfacher erreichen kann. Diese Entladestrecken können gleich den rotierenden Umladefunkenstrecken als Löschfunkenstrecken ausgebildet sein; es ist vorteilhaft, sie so zu gestalten, daß die durch Erwärmung verursachte Ausdehnung möglichst selbsttätig kompensiert wird, damit die Länge der Entladestrecken unverändert bleibt. Unter Umständen ist die Verwendung rotierender Scheiben- oder Walzenfunkenstrecken zweckmäßig.

Die in Fig. 6 dargestellte Schaltung unterscheidet sich von der bisher beschriebenen durch den zur Stromquelle 2 parallel geschalteten Kondensator 15. Dieser Kondensator soll die Maschine von Schwingungsvorgängen möglichst entlasten und auch dann eine Abstimmung ermöglichen, wenn die Selbstinduktions- und Dämpfungsverhältnisse der Stromquelle dazu ungeeignet sind. Zwar sind Schutzkondensatoren, die parallel zur Stromquelle liegen, allgemein bekannt; sie sollen schädliche Einwirkungen des Hochfrequenzkreises auf die Maschine verhüten. Der Kondensator 15 aber dient gerade entgegengesetztem Zwecke; er soll, wie dargelegt, die Sendeanordnung vor der (abstimmungs-) schädlichen Beeinflussung durch Netz oder Maschine schützen.

In den Fig. 1, 5 und 6 ist der Blockkondensator 3 der Einfachheit halber so dargestellt, als sei er mit den rotierenden Elektroden unmittelbar verbunden. In den meisten Fällen ist es aber nicht zweckmäßig, den Kondensator tatsächlich mitrotieren zu lassen, man wird vielmehr den Strom von den Elektroden über Schleifringe und Schleifbürsten hinweg zu dem ruhend angeordneten Blockkondensator führen. Man kann auch nach Fig. 7 ruhende Segmentelektroden 12, 13 anordnen und die Umschaltung des Blockkondensators durch rotierende Schaltelektroden 14 bewerkstelligen. Natürlich lassen sich auch vibrierende Umschaltvorrichtungen statt der rotierenden denken.

Das neue Verfahren erstreckt sich aber nicht

nur auf Umladevorrichtungen mit bewegten Elektroden, sondern auch auf Umladevorrichtungen, bei denen die Stromwendung durch künstliche Zündung bzw. Zündverhinderung eingeleitet wird. Solche Vorrichtungen bestehen im wesentlichen aus ruhenden Umschaltelektroden, die durch künstliche Hilfszündung wechselweise überbrückt werden und hierdurch dem Strom immer wechselnde Bahnen weisen; sie werden in der Elektrotechnik oft an Stelle normaler Umschalter gebraucht. Es ist daher auch für das vorliegende Verfahren unwesentlich, ob die elektrische Durchschlagfestigkeit der die Schaltelektroden trennenden atmosphärischen Schicht durch Bewegung der Elektroden, d. h. also durch Verkleinerung der Schichtdicke, vermieden wird oder durch künstliche Zündung, d. h. also durch Ionisation. Wesentlich ist nur, daß die Zündspannung im Augenblick des Ausgleichs, sei er durch Elektrodenbewegung, sei er durch künstliche Zündung eingeleitet, den doppelten Wert der Speisespannung hat.

In Fig. 8 ist eine beispielsweise Schaltanordnung mit Zündschaltung dargestellt. Es werden durch einen besonderen (in der Figur nicht dargestellten) Hilfszündkreis wechselweise die Elektrodenpaare 10 und 11 gezündet. Man erkennt ohne weiteres, daß hierdurch der Blockkondensator periodisch umgeladen wird. Durch die veränderliche Selbstinduktion 7 wird auch hier der Speisekreis in der oben beschriebenen Weise auf den Rhythmus der Funkenfolge (d. h. also der Hilfszündungen) abgestimmt. Werden bei Erzeugung kontinuierlicher Schwingungen die abklingenden Schwingungszüge durch die neu einsetzenden zeitweise störend beeinflusst, so kann man die Schwingungszahl des Speisekreises so wählen, daß sie nicht nur dem Rhythmus der Funkenfolge, sondern auch einem ganzzahligen Bruchteil der Hochfrequenzschwingungszahl entspricht.

Die rotierende Umladevorrichtung läßt sich auch mit künstlicher Zündung kombinieren, wenn man den Entladekreis so einrichtet, daß

die Höchstspannung auch in der Umschaltstellung noch nicht die Entladung einzuleiten vermag. Man kann dann durch zusätzliche, im Rhythmus der Umschaltungen einsetzende Hilfsspannungen den oszillatorischen Ausgleich mit großer Präzision an beliebiger Stelle der Umschaltelektroden, nicht nur in den Stellungen ganz oder angenäherter Kantendeckung, erfolgen lassen.

PATENT-ANSPRÜCHE:

1. Verfahren zur Erzeugung schneller elektrischer Schwingungen aus Gleichstrom durch Ladung und Entladung oder Umladung eines Blockkondensators aus einem durch die Gleichstromquelle gespeisten Kondensator mit Hilfe einer rotierenden oder vibrierenden oder künstlich gezündeten Umladevorrichtung; dadurch gekennzeichnet, daß man beiden Kondensatoren Kapazitäten gleicher Größenordnung verleiht und den Speisekreis derart auf den Rhythmus der Funkenfolge abstimmt, daß die beim Spannungsausgleich beider Kondensatoren frei werdende Hochfrequenzenergie und somit auch die der Stromquelle entzogene Energie dem Quadrat der doppelten Speisespannung entspricht.

2. Verfahren nach Anspruch 1 unter Verwendung von Funkenstrecken periodisch veränderlichen Elektrodenabstandes, dadurch gekennzeichnet, daß zur Entlastung der periodisch veränderlichen Funkenstrecken Entladestrecken vorgeschaltet werden, die zum Teil unveränderlichen Elektrodenabstandes sind.

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Funkenstrecken aus ruhenden oder aus glatten rotierenden Elektroden bestehen und durch künstliche Zündung oder Zündverhinderung periodisch überbrückt werden, dadurch gekennzeichnet, daß die Schwingungszahl des Speisekreises gleich oder ein einfacher Bruchteil der Schwingungszahl des Hochfrequenzkreises ist.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen.

Fig. 1.

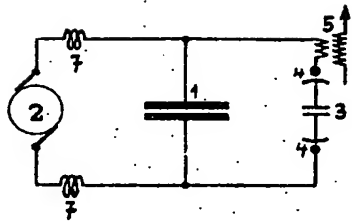


Fig. 2.

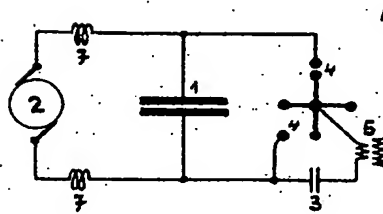


Fig. 3.



Fig. 4.

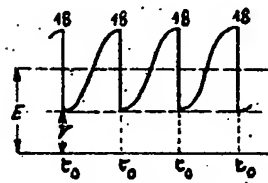


Fig. 5.

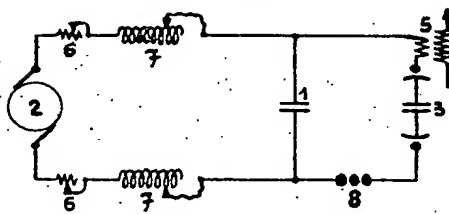


Fig. 7.

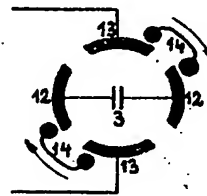


Fig. 6.

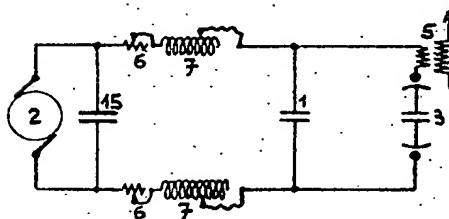
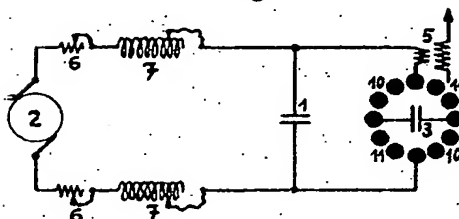


Fig. 8.



This Page Blank (uspte,

This Page Blank (uspte,